



21 Aktenzeichen: 198 38 390.8  
22 Anmeldetag: 24. 8. 1998  
43 Offenlegungstag: 2. 3. 2000

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Dietz, Peter, Dipl.-Phys., 90449 Nürnberg, DE;  
Eberler, Ludwig, Dipl.-Ing., 92353 Postbauer-Heng,  
DE; Nistler, Jürgen, Dipl.-Ing., 91054 Erlangen, DE;  
Zebelein, Günther, 91096 Möhrendorf, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 41 41 514 C2  
DE 197 34 138 A1  
DE 197 22 193 A1  
DE 38 33 592 A1  
DE 38 33 591 A1

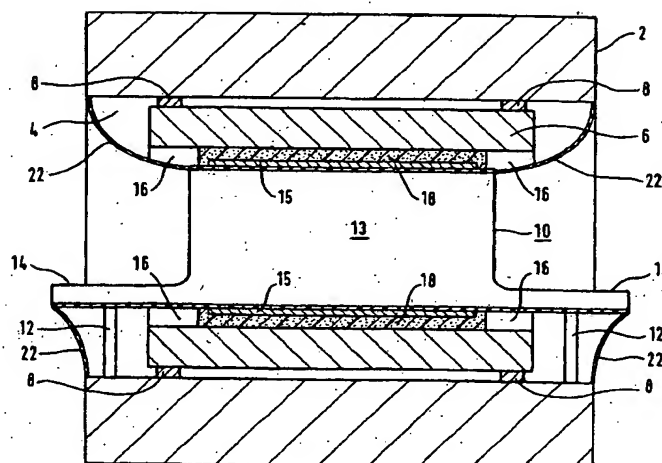
BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lärmreduziertes diagnostisches Magnetresonanzgerät

57 Ein lärmreduziertes Magnetresonanzgerät umfaßt ein Grundfeld-Magnetsystem (2), ein Gradientenfeld-Magnetsystem (6) und einen Tragkörper (10) mit einer Antennenleiterstruktur (15). Der Tragkörper (10) ist unabhängig vom Gradientenfeld-Magnetsystem (6) am Grundfeld-Magnetsystem (2) abgestützt und Teil einer Schalldämmanordnung. Die Schalldämmanordnung ist mit dem Grundfeld-Magnetsystem (2) verbunden und kapselt das Gradientenfeld-Magnetsystem (6) gegenüber einem Patientenraum (13) ab. Ein Zwischenraum (16) zwischen dem Tragkörper (10) und dem Gradientenfeld-Magnetsystem (6) ist mit einem schallschluckenden Material (18) ausgefüllt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein lärmreduziertes diagnostisches Magnetresonanzgerät mit einem Grundfeld-Magnetsystem, einem Gradientenfeld-Magnetsystem und einem Tragkörper mit einer Antennenleiterstruktur, wobei der Tragkörper unabhängig vom Gradientenfeld-Magnetsystem am Grundfeld-Magnetsystem abgestützt ist.

Ein diagnostisches Magnetresonanzgerät benutzt zur Ausrichtung der Kernspins ein starkes und homogenes Magnetfeld, das durch ein Grundfeld-Magnetsystem erzeugt wird. Typischerweise beträgt die Feldstärke des Grundmagnetfeldes 1 bis 1,5 T. Ein Gradientenfeld-Magnetsystem erzeugt entlang der drei Raumachsen ansteigende Felder von etwa 25 mT/m und mehr für die Ortsauflösung. Die Ströme zur Erzeugung der Gradientenfelder haben eine Stärke von einigen 100 A. Diese Gradientenfelder werden schnell geschaltet, was bedeutet, daß sich die Ströme in der Spule schnell ändern. Aufgrund der physikalischen Tatsache, daß auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld eine Kraft ausgeübt wird, entstehen in dem Gradientenfeld-Magnetsystem enorme Kräfte. Ständiges Ändern der Ströme regt das Gradientenfeld-Magnetsystem zum Schwingen an. Für einen Patienten, der zur Untersuchung in unmittelbarer Nähe des Gradientenfeld-Magnetsystems gelagert ist, ist es erforderlich, den von dem Gradientenfeld-Magnetsystem verursachten Lärm auf ein erträgliches Maß zu begrenzen.

Ein diagnostisches Magnetresonanzgerät der eingangs genannten Art ist in der DE-OS 197 22 193 beschrieben. Neben einem Grundfeld-Magnetsystem und einem Gradientenfeld-Magnetsystem ist dort eine Antennenleiterstruktur an einem als Tragrohr ausgestalteten Tragkörper befestigt. Der Tragkörper ist unabhängig vom Gradientenfeld-Magnetsystem am Grundfeld-Magnetsystem abgestützt. Dabei wird der für den Tragkörper zur Verfügung stehende Platz ausgenutzt, um leicht, stabil und mit möglichst wenig Material im Bereich der Antennenleiterstruktur zu bauen, um damit auch die Güteverluste der Hochfrequenzantenne gering zu halten. Bei einer der dort beschriebenen Ausführungen weist das Tragrohr durch Kunststoff-Folien getrennte Hohlwabenringschichten aus Kunststoff mit radial verlaufender Wabenlängsachse auf. Die Hohlräume der Waben können zusätzlich mit Dämmmaterial gefüllt sein. Mit dem vom Gradientenfeld-Magnetsystem mechanisch völlig entkoppelten Antennen-Tragrohr ergibt sich der Vorteil, daß eine direkte Körperschallübertragung vom Gradientenfeld-Magnetsystem vermieden ist. Zusätzlich dämmt das Tragrohr wegen seiner inneren Wabenstruktur den Schall. Bei einigen bestimmten Betriebszuständen tritt trotzdem noch eine merkliche Lärmbelastung für den Patienten auf.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein diagnostisches Magnetresonanzgerät anzugeben, bei dem der von dem Gradientenfeld-Magnetsystem erzeugte Lärm weiter reduziert ist.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Tragkörper Teil einer Schalldämmanordnung ist, welche Schalldämmanordnung mit dem Grundfeld-Magnetsystem verbunden ist und das Grundfeld-Magnetsystem gegenüber einem Patientenraum abkapselt, und daß ein Zwischenraum zwischen dem Tragkörper und dem Gradientenfeld-Magnetsystem mit einem schallschluckenden Material ausgefüllt ist. Das erfindungsgemäße diagnostische Magnetresonanzgerät ist geeignet, den Patienten deutlich weniger mit Lärm zu belasten. Dies bei gleichbleibendem Raumbedarf für den freien Innenraum des Grundfeld-Magnetsystems. Der freie Durchmesser (warm bore) des Grundfeld-Magnetsystems bestimmt zum großen Teil den Preis des Grundfeldmagneten. Die Maßnahmen zur weiteren Lärmreduzierung benötigen

ausschließlich den Raum, den das Hochfrequenz-Antennensystem für seine ordnungsgemäße Funktion sowieso erfordert. Die Antennenleiterstruktur darf zum einen einen minimalen Abstand zu einem umhüllenden Hochfrequenzschirm nicht unterschreiten. Der Hochfrequenzschirm ist auf dem Tragkörper für das Gradientenfeld-Magnetsystem angeordnet. Zum anderen muß die Antennenleiterstruktur einen minimalen Abstand zum Patienten einhalten, um zu hohe lokale Feldstärken im Gewebe des zu untersuchenden Patienten zu vermeiden. Die Lärmreduzierung erfolgt durch sich ergänzende Maßnahmen. Zunächst wird das Gradientenfeld-Magnetsystems durch eine geeignete Konstruktion des Hochfrequenz-Tragkörpers schallmäßig gekapselt. Kapselung bedeutet hier, daß der von der Lärmquelle abgestrahlte Lärm in einem geschlossenen Volumen eingesperrt wird (Schalldämmung). Die innerhalb der Kapselung auftretenden Schallwellen auf das Tragrohr werden reflektiert und können durch das Tragrohr nicht heraustreten. Wegen der verhältnismäßig kleinen Kennimpedanz der Luft eignen sich hier schwere feste Stoffe mit hoher Kennimpedanz zur Schalldämmung. Das Tragrohr muß demnach möglichst schwer sein. Je höher die Masse ist, desto kleiner werden die Schwingungsamplituden der Rohrwand. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Höhe des Schalldrucks im Zwischenraum zwischen der Schalldämmanordnung und dem Gradientenfeld-Magnetsystem. Je breiter der Luftspalt ausgeführt wird, desto niedriger wird der Schalldruck. Daher muß das Tragrohr möglichst dünnwandig sein. Weiterhin kann wegen der Abstützung des Tragkörpers im Grundfeld-Magnetsystem kein Körperschall auf den Tragkörper übertragen werden. Die Lärmübertragung geschieht deswegen ausgehend von den Schwingungen des Gradientenfeld-Magnetsystems über die Anregung von Luftschwingungen in dem Zwischenraum zwischen dem Gradientenfeld-Magnetsystem und dem Tragkörper. Dabei entscheidend ist die Anregung von Schwingungen in Umfangsrichtung. Um dies zu verhindern, ist der Zwischenraum mit einem Schallschluckmaterial ausgefüllt. Das Schallschluckmaterial hat ein geringes Raumgewicht und einen kleinen dielektrischen Verlustfaktor, um den Einfluß auf die Güte des Hochfrequenz-Antennensystems gering zu halten. Das Schallschluckmaterial ist offenporig und weich, um schallschluckend zu wirken und gleichzeitig eine Körperschallübertragung zu verhindern.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung besteht der Tragkörper aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff. Damit können die Anforderungen an einen ausreichend geringen Verlustfaktor, eine geringe Nachschwingzeit aufgrund einer hohen mechanischen Dämpfung und eine ausreichende Stabilität gut erfüllt werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfaßt die Schalldämmanordnung zwei als Formteile einstückig ausgebildete Abschlußkappen, wobei jeweils eine Abschlußkappe mit einem Ende des Tragkörpers und einer benachbarten Stirnfläche des Grundfeld-Magnetsystems verbunden ist. Damit sind zusätzliche Spalten, wo Lärm aus der Kapselung austreten kann, minimiert.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung füllt als schallschluckendes Material ein offenporiger und weicher Schaumstoff den Zwischenraum aus.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand von einer Figur erläutert.

Die Figur zeigt in einem Längsschnitt den Aufbau der Komponenten eines diagnostischen Magnetresonanzgeräts, die für die Lärmerzeugung und die Lärmreduzierungsmaßnahmen von Bedeutung sind. Die übrigen Baugruppen sind vielerorts woanders beschrieben, sie entsprechen denen eines herkömmlichen diagnostischen Magnetresonanzgeräts.

Das hier als Ganzkörperscanner ausgeführte diagnostische Magnetresonanzgerät umfaßt als äußerste Komponente ein Grundfeld-Magnetsystem 2, das in einem Kryostaten angeordnete supraleitende Magnetspulen umfaßt. Der Kryostat mit den Magnetspulen umschließt einen zylindrischen Innenraum 4, worin die weiteren Komponenten des Magnetresonanzgeräts angeordnet sind. Zunächst ist ein Gradientenfeld-Magnetsystem 6 als hohlzylindrische Baueinheit an der Wand des Innenraums 4 über mehrere Befestigungselemente 8 befestigt. Innerhalb des Gradientenfeld-Magnetsystems 6 ist ein rohrförmiger Tragkörper 10 angeordnet, der über Stützen 12 an der Innenwand des Grundfeld-Magnetsystems 2 befestigt ist. Dabei setzt sich der rohrförmige Tragkörper 10 im unteren Bereich in Lagerschalen 14 fort, worin eine hier nicht dargestellte Patientenliege geführt werden kann. Im Innenraum des rohrförmigen Tragkörpers 10 befindet sich ein Patientenraum 13, der zur Lagerung eines zu untersuchenden Patienten ausgebildet ist. Das Grundfeld-Magnetsystem 2, das Gradientenfeld-Magnetsystem 6 und der Tragkörper 10 sind coaxial miteinander zusammengebaut. Der Tragkörper 10 ist dünnwandig ausgeführt und besteht aus einem Material möglichst hoher Dichte.

Der Tragkörper 10 ist aus glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Die Glasfasern sind als Filament-Wicklungen über Kreuz mit einem relativ flachen Winkel von kleiner als 60° gegenüber der Längsachse des Tragkörpers 10 gewickelt. Die Wandstärke des Tragkörpers 10 ist abhängig vom Abstand der Stützen 12, sie liegt im Bereich von 1 cm.

Auf der Außenseite des Tragkörpers 10 sind flache Antennenleiterstrukturen 15 angeordnet, die großflächig fest mit dem Tragrohr 10 verbunden sind. Zusätzlich besitzen die Antennenleiterstrukturen 15 keine großflächigen Teileiter, in denen starke Wirbelströme induziert werden könnten. Damit wird verhindert, daß die Antennenleiterstruktur 15 und damit auch der Tragkörper 10 aufgrund von Lorentz-Kräften zur Lärmquelle wird.

Zwischen der äußeren Oberfläche des Tragkörpers 10 und der inneren Oberfläche des Gradientenfeld-Magnetsystems 6 ist ein freier Zwischenraum 16 in der Größenordnung von 3-4 cm in radialer Richtung gegeben.

Als Randbedingung für die konstruktive Ausgestaltung des Tragkörpers 10 und des Zwischenraums 16 ist zu beachten, daß sich Eigenschwingungsformen des Tragkörpers 10 mit denen des Gradientenfeld-Magnetsystems 6 und dem des Zwischenraums 16 frequenzmäßig nicht überschneiden. Gleiche Eigenfrequenzen würde die angestrebte Lärmreduzierung bei den gegebenen geringen Abständen von wenigen Zentimetern nicht möglich machen.

Der Zwischenraum 16 ist mit einem schallschluckenden Material 18 ausgefüllt. Dazu eignet sich besonders PU-Schaum, dem aus Brandschutzgründen noch Melaminharz beigelegt ist. Der Schaum ist offenporig und elastisch weich, damit sich die Füllung im Zwischenraum 16 an die Oberflächen anschmiegen kann und somit keine größeren Lufträume nach der Montage bestehen bleiben.

An beiden Stirnseiten des Tragkörpers 10 und des Grundfeld-Magnetsystems 2 sind einstückige Kunststoff-Formteile 22 befestigt, die das Gradientenfeld-Magnetsystem 6 zusammen mit dem Tragkörper 10 vollständig schallmäßig kapseln. Auch die Kunststoff-Formteile 22 sind so ausgeführt, daß sie im Vergleich zu Luft eine hohe Kennimpedanz besitzen.

Da das Tragrohr 10 zusammen mit den Antennenleiterstrukturen 15 und dem schallschluckenden Material 18 als Baueinheit in das Gradientenfeld-Magnetsystem 6 eingebracht wird, ist das schallschluckende Material 18 von einer luftdichten Folie umgeben. Die Folie bildet ein Vakuumkissen, das vor dem Zusammenbau evakuiert wird und somit

den äußeren Durchmesser der Baueinheit verringert. Nach der Montage wird die Folie geöffnet. Einstömende Luft sorgt dafür, daß sich das schallschluckende Material 18 ausdehnt und überall gut im Zwischenraum 16 an den Oberflächen anliegt.

#### Patentansprüche

1. Lärmreduziertes Magnetresonanzgerät mit einem Grundfeld-Magnetsystem (2), einem Gradientenfeld-Magnetsystem (6) und einem Tragkörper (10) mit einer Antennenleiterstruktur (15), wobei der Tragkörper (10) unabhängig vom Gradientenfeld-Magnetsystem (6) am Grundfeld-Magnetsystem (2) abgestützt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tragkörper (10) Teil einer Schalldämmanordnung ist, welche Schalldämmanordnung mit dem Grundfeld-Magnetsystem (2) verbunden ist und das Gradientenfeld-Magnetsystem (6) gegenüber einem Patientenraum (13) abkapselt, und daß ein Zwischenraum (16) zwischen dem Tragkörper (10) und dem Gradientenfeld-Magnetsystem (6) mit einem schallschluckenden Material (18) ausgefüllt ist.
2. Lärmreduziertes Magnetresonanzgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragkörper (10) aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff besteht.
3. Lärmreduziertes Magnetresonanzgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragkörper (10), das Gradientenfeld-Magnetsystem (6) und das Grundfeld-Magnetsystem (2) rohrförmig ausgebildet und coaxial ineinander angeordnet sind, wobei der Tragkörper (10) innen, das Grundfeld-Magnetsystem (2) außen und das Gradientenfeld-Magnetsystem (6) dazwischen angeordnet ist.
4. Lärmreduziertes Magnetresonanzgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalldämmanordnung zwei als Formteile einstückige Abschlußkappen (22) umfaßt, wobei jeweils eine Abschlußkappe (22) mit einem Ende des Tragkörpers (10) und einer benachbarten Stirnfläche des Grundfeld-Magnetsystems (2) verbunden ist.
5. Lärmreduziertes Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als schallschluckendes Material (18) ein offenporiger und elastisch weicher Schaumstoff den Zwischenraum (16) ausfüllt.
6. Lärmreduziertes Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenleiterstruktur (15) auf einer Außenseite des Tragkörpers (10) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

